

С. В. Макарова, А. В. Матвеев

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

a.v.matveev@urfu.ru

ВЫРАБОТКА ЭНЕРГИИ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОГО ОКИСЛЕНИЯ СПИРТОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ЭТАНОЛА

В статье рассмотрены результаты эксперимента по определению количества энергии, которую можно получить с помощью топливного элемента из водных растворов с различной концентрацией этилового спирта. Представлена принципиальная схема установки. Построены наглядные графики измеренных показателей.

Ключевые слова: топливный элемент; этанол; топливные элементы прямого окисления спиртов; химические источники тока.

S. V. Makarova, A. V. Matveev

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

POWER GENERATION OF FUEL ELEMENTS OF DIRECT ALCOHOL OXIDATION FROM AQUEOUS SOLUTIONS WITH DIFFERENT ETHANOL CONCENTRATION

This article describes the analysis of the energy produced, which can be obtained using a fuel cell from aqueous solutions with different concentrations of ethyl alcohol. Presents a schematic diagram of the installation. Constructed graphs of measured indicators.

Keywords: fuel cell; ethanol; direct alcohol fuel cells; chemical current sources.

Возрастающий с каждым годом интерес к топливным элементам (ТЭ) обусловлен их экологической безопасностью и возможностью использования возобновляемых видов топлива [1]. Хранение и подача

такого топлива как спиртовой раствор не представляет значительных трудностей. Кроме того, возможно осуществление так называемого картриджного питания, что открывает значительные перспективы для использования ТЭ на основе спиртов в качестве портативных источников энергии [2].

На рис. 1 приведена принципиальная схема спиртово-кислородного топливного элемента. При окислении этанола в топливном элементе со щелочным электролитом протекают реакции

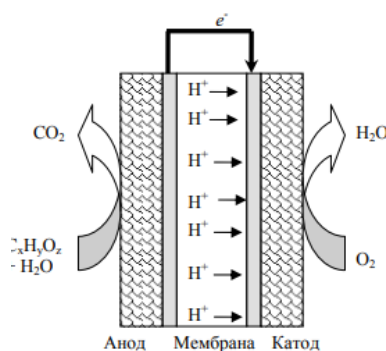
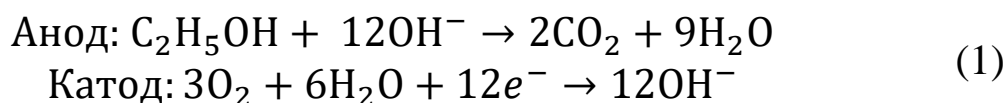


Рис. 1. Принципиальная схема спиртово-кислородного топливного элемента

Основными преимуществами раствора этанола перед метанолом являются его низкая токсичность и возможность производства из биомассы. Продуктами окисления такого топлива являются CO_2 и H_2O [3].

В данной статье рассматривается опыт получения электрического тока с помощью топливного элемента, входящего в такую установку, как Renewable Energy Science Kit (Набор для возобновляемых источников энергии) [4].

Для регистрации значений измерений я использовала измерительную систему визуализации Simatic WinCC в версии 7.3. компании Siemens. Данная программа позволила мне провести измерения с частотой 0,5 секунды, с точностью до 0,001 В и 0,001 мА [5].

Для сравнения были взяты водные растворы с 5, 10 и 15 %-ным содержанием этилового спирта.

На рис. 2 представлена принципиальная схема измерительной системы на основе установки Renewable Energy Science Kit и прибора Simatic WinCC.

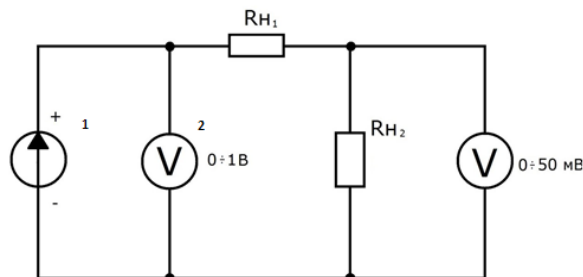


Рис. 2. Принципиальная схема измерительной системы:

1 – протонообменная мембрана PEM, R_{H1} – сопротивление нагрузки (вентилятора), 2 – вольтметр, R_{H2} – активное сопротивление

Для измерения тока и напряжения исследуемой цепи применено средство измерения (аналоговый входной блок с АЦП 13 бит). Внутреннее сопротивление блока в режиме измерения тока составляет 100 Ом, что на порядок превышает R_{H1} и не позволяет произвести замер прямым методом измерения тока. Для исключения влияния внутреннего сопротивления блока применена схема замещения с активным сопротивлением R_{H2} (1 Ом). При этом способе измерения ток рассчитывался по закону Ома, и измерение тока цепи происходило опосредованно падения напряжения на R_{H2} . Точность измерения тока при этом варианте измерений, обусловлена прецизионностью примененного сопротивления R_{H2} .

Результаты, полученные при расчете полученных данных, отражены в таблице. На рис. 3–5 изображены полученные детальные графики первых циклов заряда-разряда мембраны.

Результаты расчетов выработанной мощности и энергии.

Содержание спирта в растворе, %	Выработанная мощность, Вт	Выработанная энергия, Дж
5	1,296	0,648
10	1,542	0,871
15	2,119	1,059

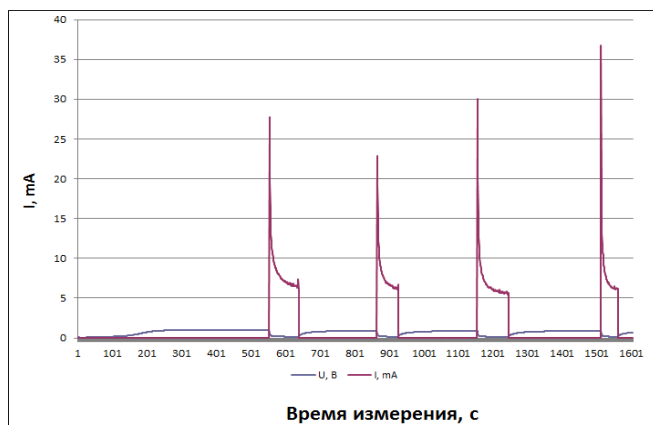


Рис. 3. График измерения силы тока и напряжения с 5 %-ным раствором



Рис. 4. График измерения силы тока и напряжения с 10 %-ным раствором

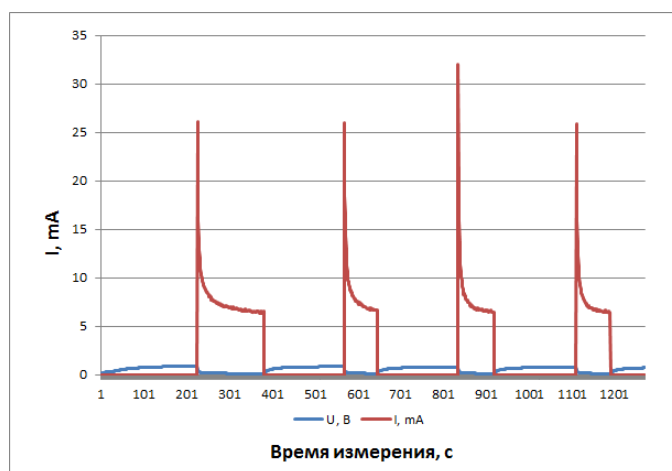


Рис. 5. График измерения силы тока и напряжения с 15 %-ным раствором

В результате проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1 При увеличении концентрации этилового спирта в растворе увеличивается выработанная энергия и мощность всей установки. Дальнейшее увеличение концентрации ограничено свойствами мембраны, выбранного набора, так как повышение процентного содержания спирта приведет к порче мембраны.

2 При изменении концентрации растворов изменяется и время первого заряда мембраны: чем раствор более концентрированный, тем меньше необходимо времени, чтобы мембрана зарядилась до максимального значения. Также можно отметить, что при 15 %-ном растворе мембрана разряжается медленнее, вырабатывая силу тока.

Список использованных источников

1. Цивадзе А. Ю., Тарасевич М. Р., Андреев В. Н., Богдановская В. А. [и др.] Неплатиновые катализаторы для электроокисления биоэтанола и топливные элементы на их основе // Альтернативная энергетика и экология – ISJAEE. 2007. № 4. С. 64.
2. Цивадзе А. Ю., Тарасевич М. Р., Ефремов Б. Н., Капустина Н. А., Мазин П. В. Топливный элемент с катионообменной мембраной для прямого окисления этанола в щелочной среде // Докл. АН. 2007. Т. 415. С. 775.
3. Тарасевич М. Р., Кузов А. В. Топливные элементы прямого окисления // Альтернативная энергетика и экология – ISJAEE. 2010. № 7. С. 86–108.
4. Renewable Energy Science Kit [Электронный ресурс]. URL: <https://www.horizoneducational.com/juniorproducts/renewable-energy-science-kit/> (дата обращения: 20.11.2018)
5. Продукты SIMATIC для комплексной автоматизации : Информация и цены – 2015. М. : ООО «Сименс», 2015. 204 с.